

## Etude comparative du crâne chez des Ramphastidae (Aves, Piciformes)

Elizabeth Höfling

**Abstract.** In a sample of 99 skulls from the osteological collection of the Museu Paraense Emilio Goeldi (Belém, Pará, Brazil) we have studied the morphology and the frontonasal suture, as well as 33 skull and mandibular measurements in 7 species of Ramphastidae (*Selenidera maculirostris*, *Pteroglossus inscriptus*, *P. bitorquatus*, *P. aracari*, *Ramphastos tucanus*, *R. toco*, *R. vitellinus*). We observed that the morphological variations of the skull occur in a lesser degree than those of the beak, and that the morphological variation of the frontonasal suture is intraspecific. The analysis of the craniometric data has shown that the length and the posterior width of the skull, in the whole sample, have coefficients of variation of only 8.71 and 13.26 %, respectively, while the coefficient of variation of the length of the upper maxilla has a value of 30.30 %.

**Key words.** Ramphastidae, morphology, skull, craniometric data.

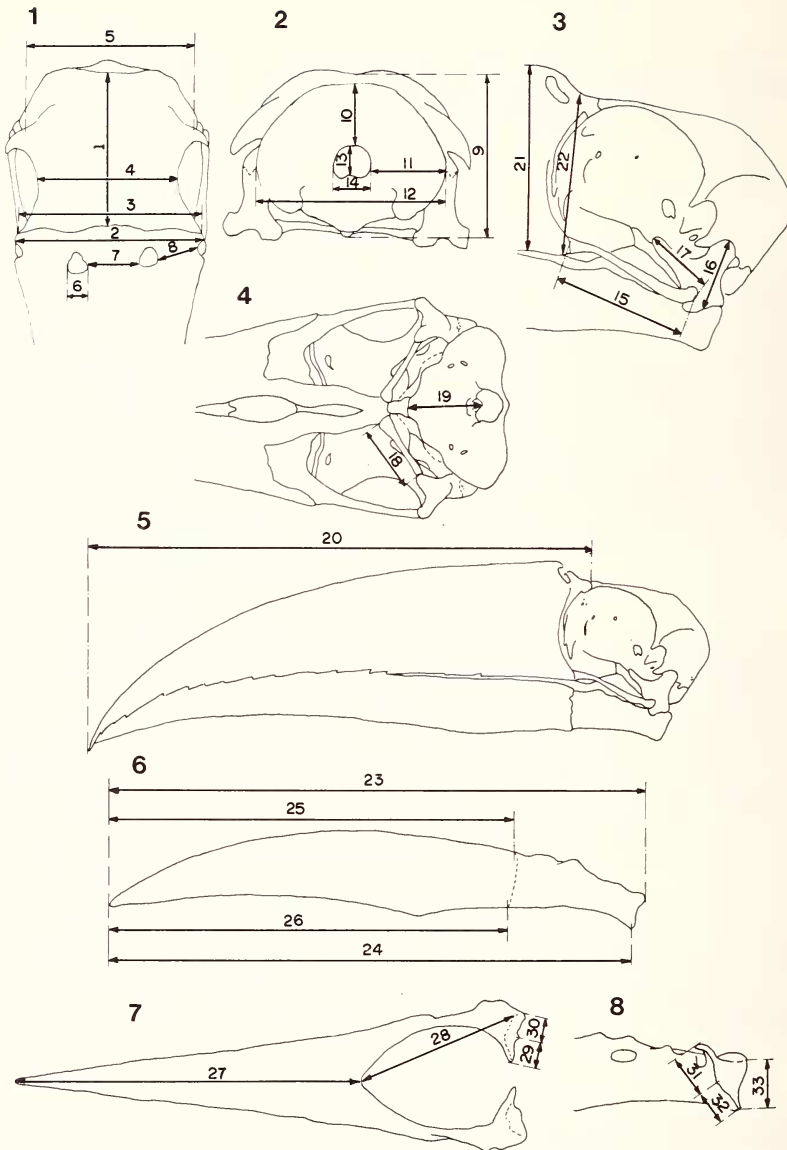
### Introduction

Parmi les Piciformes, les Ramphastidés, qui ont une distribution néotropicale (Haffer 1974), sont toujours rapprochés des Capitonidés (Ridgway 1914, van Tyne 1955, Burton 1984). Les travaux de van Tyne (1955) et de Novaes (1949) discutent l'évolution et les variations du genre *Ramphastos*. Chez les Ramphastidés, le bec est la structure qui a le plus attiré l'attention des chercheurs; à cet égard, van Tyne (1955) et Lüdicke (1960) citent la remarque de Huxley (1942) pour les Bucérotidés en soulignant que le bec augmente plus rapidement de taille que le reste du corps au cours de la croissance.

Sur la base de la description morphologique du crâne de *Ramphastos tucanus* (Höfling & Gasc 1984a et 1984b), nous avons entrepris une comparaison au sein d'une série afin de dégager les différences significatives entre les diverses parties du crâne: de même, au sein de chaque espèce, nous avons comparé les crânes des mâles et des femelles.

### Matériel et méthode

Cette étude a été réalisée sur un échantillonnage de 99 crânes de Ramphastidae appartenant à la collection ostéologique de Museu Paraense Emilio Goeldi, Belém, Pará. La liste suivante correspond au matériel utilisé: *Ramphastos tucanus* Linnaeus, 1758: 11 ♀ (n° col. MPEG: 278, 563, 612, 766, 944, 1364, 1628, 2026, 2028, 3125); 19 ♂ (n° col. MPEG: 530, 552, 639, 733, 895, 945, 947, 970, 972, 1146, 1317, 2027, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034 et 2045); 7 sexe indéterminé (n° col. MPEG: 349, 597, 737, 958, 974, 975 et 1526). *Ramphastos toco* Müller, 1776: 2 ♀ (n° col. MPEG: 946 et 2046); 3 ♂ (n° col. MPEG: 969, 1145 et 2035); 1 sexe indéterminé (n° col. MPEG: 1329). *Ramphastos vitellinus* Lichtenstein, 1823: 6 ♀ (n° col. MPEG: 486, 493, 564, 640, 1490 et 2038); 6 ♂ (n° col. MPEG: 531, 599, 616, 1225, 2036 et 2037); 1 sexe indéterminé (n° col. MPEG: 1629). *Selenidera maculirostris* Lichtenstein,



Figs. 1—8: Dimensions déterminées (1) sur la face dorsale de la région postérieure du crâne, (2) sur la face postérieure du crâne, (3) sur la face latérale gauche de la région postérieure du crâne, (4) sur la face ventrale de la région postérieure du crâne, (5) sur le culmen du bec, représenté en vue latérale, (6) sur la mâchoire inférieure représentée en vue ventrale, (7) sur la mâchoire inférieure représentée en vue ventrale, (8) sur la partie postéro-médiale de la mâchoire inférieure.

1823: 1 ♀ (n° col. MPEG: 890); 6 ♂ (n° col. MPEG: 590, 593, 708, 838, 938 et 2044). *Pteroglossus aracari* Linnaeus, 1758: 10 ♀ (n° col. MPEG: 267, 279, 439, 510, 572, 631, 1474, 1509, 2040 et 2042); 9 ♂ (n° col. MPEG: 496, 614, 630, 631, 1459, 1473, 1485, 2041 et 2043); 1 sexe indéterminé (n° col. MPEG: 1511). *Pteroglossus bitorquatus* Vigors, 1826: 1 ♀ (n° col. MPEG: 573); 2 ♂ (n° col. MPEG: 494 et 1447). *Pteroglossus inscriptus* Swainson, 1822: 3 ♀ (n° col. MPEG: 601, 1217 et 1420); 10 ♂ (n° col. MPEG: 487, 600, 918, 919, 1316, 1328, 1421, 1422, 1460 et 2186).

Tous les exemplaires ont été récoltés dans la région de Belém, la grande majorité provenant du Parc Zoologique du Musée Goeldi.

Au début du travail, nous avons mesuré 49 dimensions différentes sur chacun des crânes. Ayant constaté ultérieurement que certaines d'entre elles n'étaient pas déterminées avec précision, nous les avons abandonnées et nous nous sommes limitée aux 33 dimensions qui sont définies dans les figures 1 à 8. Plusieurs crânes qui étaient endommagés ou incomplets, ne nous ont pas permis de faire toutes ces mesures. Les dimensions de becs sans ramphothèque ou dont l'extrémité était brisée, n'ont pas été considérées. Nous avons fait toutes les mesures avec un pied à coulisse Mitutoyo de 300 mm.

Tableau 1: Résultats de mesures 1 à 9, définies sur les figures 1 à 4.

MES.	<i>R. lucanus</i>			<i>R. loco</i>			<i>R. vitellinus</i>			<i>S. maculirostris</i>			<i>Paracori</i>			<i>P. bitorquatus</i>			<i>P. inscriptus</i>			
	F	M	I	F	M	I	F	M	I	F	M	I	F	M	I	F	M	I	F	M	I	
1	̄	3,45	3,47	3,43	3,20	3,19	3,07	3,24	3,24	3,41	3,10	3,04	-	3,07	3,05	3,14	2,68	2,81	-	2,73	2,78	-
	σ	0,18	0,18	0,15	0,02	0,17	-	0,14	0,18	-	-	0,12	-	0,04	0,08	-	-	0,04	-	0,02	0,06	-
	N	11	19	7	2	3	1	6	6	1	1	6	-	10	9	1	1	2	-	3	10	-
2	̄	2,96	2,89	2,91	3,01	3,10	2,85	2,37	2,32	2,39	1,77	1,79	-	2,48	2,48	2,53	1,96	2,14	-	1,91	1,93	-
	σ	0,11	0,18	0,11	0,11	0,10	-	0,15	0,23	-	-	0,09	-	0,09	0,15	-	-	0,11	-	0,02	0,04	-
	N	11	19	7	2	3	1	6	6	1	1	6	-	10	9	1	1	2	-	3	10	-
3	̄	3,10	2,96	3,02	3,29	3,37	2,89	2,39	2,36	2,16	1,92	1,87	-	2,39	2,49	2,39	1,78	2,17	-	1,92	1,87	-
	σ	0,17	0,23	0,17	0,09	0,12	-	0,08	0,24	-	-	0,10	-	0,19	0,16	-	-	0,17	-	0,04	0,07	-
	N	11	19	7	2	3	1	6	6	1	1	6	-	10	9	1	1	2	-	3	10	-
4	̄	2,86	2,59	2,81	3,35	3,32	2,62	2,32	2,12	2,53	1,45	1,37	-	2,08	2,07	2,07	1,57	1,70	-	1,61	1,55	-
	σ	0,43	0,26	0,25	0,30	0,09	-	0,26	0,41	-	-	0,15	-	0,13	0,17	-	-	0,15	-	0,06	0,09	-
	N	11	19	7	2	3	1	6	6	1	1	6	-	10	9	1	1	2	-	3	10	-
5	̄	2,88	2,87	2,85	2,85	2,99	2,95	2,57	2,55	2,60	2,11	2,13	-	2,39	2,31	2,46	2,04	2,14	-	2,02	2,07	-
	σ	0,10	0,08	0,14	0,02	0,10	-	0,18	0,11	-	-	0,06	-	0,09	0,11	-	-	0,04	-	0,06	0,05	-
	N	11	19	7	2	3	1	6	6	1	1	6	-	10	9	1	1	2	-	3	10	-
6	̄	0,49	0,47	0,48	0,45	0,46	0,55	0,41	0,42	0,38	0,25	0,25	-	0,27	0,26	0,38	0,19	0,16	-	0,22	0,21	-
	σ	0,04	0,04	0,03	0,05	0,04	-	0,03	0,04	-	-	0,02	-	0,05	0,04	-	-	0,02	-	0,00	0,02	-
	N	11	19	7	2	3	1	6	6	1	1	6	-	10	9	1	1	2	-	3	10	-
7	̄	1,05	0,99	1,00	0,96	0,89	0,83	0,92	0,82	0,88	0,83	0,87	-	1,15	1,13	1,13	0,99	1,04	-	0,81	0,81	-
	σ	0,10	0,10	0,04	0,01	0,05	-	0,13	0,16	-	-	0,06	-	0,10	0,14	-	-	0,13	-	0,04	0,05	-
	N	11	19	7	2	3	1	6	6	1	1	6	-	10	9	1	1	2	-	3	10	-
8	̄	0,72	0,67	0,67	0,76	0,86	0,52	0,52	0,50	0,55	0,50	0,51	-	0,68	0,72	0,59	0,58	0,76	-	0,65	0,67	-
	σ	0,09	0,09	0,08	0,11	0,09	-	0,06	0,08	-	-	0,04	-	0,06	0,07	-	-	0,04	-	0,01	0,04	-
	N	11	19	7	2	3	1	6	6	1	1	6	-	10	9	1	1	2	-	3	10	-
9	̄	2,56	2,56	2,56	2,48	2,54	2,54	2,28	2,24	2,38	1,94	1,81	-	2,25	2,20	2,10	1,77	1,85	-	1,79	1,83	-
	σ	0,10	0,10	0,08	0,01	0,07	-	0,04	0,09	-	-	0,09	-	0,11	0,15	-	-	0,11	-	0,15	0,10	-
	N	10	19	7	2	3	1	6	6	1	1	6	-	10	9	1	1	1	-	3	9	-
10	̄	0,98	1,02	1,05	1,01	0,99	1,07	0,90	0,85	0,83	0,65	0,65	-	0,82	0,82	0,80	0,62	0,76	-	0,62	0,61	-
	σ	0,09	0,07	0,05	0,13	0,11	-	0,10	0,11	-	-	0,06	-	0,09	0,06	-	-	0,12	-	0,02	0,05	-
	N	11	19	7	2	3	1	6	6	1	1	6	-	10	9	1	1	2	-	3	10	-
11	̄	1,14	1,14	1,09	1,19	1,23	1,16	0,92	0,95	0,96	0,82	0,83	-	0,97	0,91	0,98	0,78	0,83	-	0,69	0,75	-
	σ	0,07	0,07	0,12	0,01	0,03	-	0,04	0,02	-	-	0,07	-	0,06	0,06	-	-	0,00	-	0,04	0,03	-
	N	11	19	7	2	3	1	5	6	1	1	6	-	10	9	1	1	2	-	3	10	-
12	̄	2,99	2,98	2,96	3,20	3,22	3,02	2,50	2,55	2,54	2,24	2,22	-	2,51	2,42	2,55	2,13	2,19	-	1,96	2,02	-
	σ	0,15	0,13	0,10	0,03	0,04	-	0,07	0,06	-	-	0,09	-	0,15	0,16	-	-	0,16	-	0,11	0,05	-
	N	11	19	7	2	3	1	5	6	1	1	6	-	9	9	1	1	2	-	3	10	-
13	̄	0,60	0,59	0,57	0,60	0,61	0,57	0,50	0,51	0,51	0,41	0,41	-	0,47	0,48	0,44	0,40	0,49	-	0,38	0,41	-
	σ	0,04	0,06	0,03	0,04	0,03	-	0,06	0,04	-	-	0,03	-	0,03	0,04	-	-	0,02	-	0,05	0,03	-
	N	11	19	7	2	3	1	6	6	1	1	6	-	10	9	1	1	2	-	3	9	-
14	̄	0,73	0,75	0,70	0,76	0,79	0,78	0,67	0,68	0,67	0,61	0,58	-	0,65	0,67	0,66	0,61	0,58	-	0,57	0,56	-
	σ	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	-	0,02	0,03	-	-	0,01	-	0,04	0,04	-	-	0,01	-	0,01	0,03	-
	N	11	19	7	2	3	1	6	6	1	1	6	-	10	9	1	1	2	-	3	9	-
15	̄	2,36	2,56	2,48	2,54	2,79	2,70	2,19	2,24	2,02	2,01	1,98	-	2,15	2,12	2,14	1,91	1,85	-	1,63	1,69	-
	σ	0,11	0,22	0,23	0,06	0,21	-	0,10	0,15	-	-	0,06	-	0,08	0,08	-	-	0,01	-	0,09	0,07	-
	N	10	19	7	2	3	1	6	6	1	1	6	-	10	9	1	1	2	-	3	10	-
16	̄	1,10	1,14	1,09	1,17	1,15	1,09	0,94	0,96	1,00	0,72	0,78	-	0,84	0,87	0,88	0,83	0,78	-	0,70	0,73	-
	σ	0,06	0,06	0,09	-	0,01	-	0,04	0,03	-	-	0,03	-	0,05	0,06	-	-	0,03	-	0,02	0,05	-
	N	10	19	7	2	3	1	5	6	1	1	6	-	9	9	1	1	2	-	3	9	-
17	̄	1,82	1,50	1,54	1,63	1,63	1,62	1,24	1,30	1,27	1,01	1,06	-	1,30	1,31	1,31	1,04	1,06	-	0,98	0,98	-
	σ	0,16	0,10	0,05	0,02	-	-	0,06	0,02	-	-	0,06	-	0,07	0,05	-	-	0,01	-	0,01	0,05	-
	N	10	19	7	1	3	1	6	6	1	1	6	-	9	9	1	1	2	-	3	9	-
18	̄	1,32	1,33	1,33	1,33	1,38	1,22	1,17	1,21	1,18	0,92	0,97	-	1,16	1,12	1,09	0,99	1,03	-	0,89	0,93	-
	σ	0,08	0,07	0,09	0,10	0,03	-	0,05	0,06	-	-	0,06	-	0,05	0,05	-	-	0,05	-	0,01	0,07	-
	N	7	19	7	2	3	1	6	6	1	1	6	-	10	9	1	1	2	-	3	9	-
19	̄	1,28	1,29	1,24	1,20	1,23	1,23	1,13	1,14	1,19	0,94	0,98	-	1,02	1,02	1,06	0,92	1,00	-	0,89	0,90	-
	σ	0,06	0,09	0,10	0,02	0,04	-	0,04	0,05	-	-	0,04	-	0,07	0,04	-	-	0,02	-	0,02	0,06	-
	N	11	19	7	2	3	1	6	6	1	1	6	-	10	9	1	1	2	-	3	9	-

Chez les espèces représentées par plusieurs exemplaires, nous avons calculé pour chaque dimension, la moyenne  $\bar{x}$ , l'écart-type  $\sigma$  et la variance  $v$ , en séparant les mâles M; les femelles F et les individus I dont le sexe n'était pas déterminé. Quand il n'y avait qu'un exemplaire, la mesure unique était également considérée en fonction de M, F ou I.

En ce qui concerne la mâchoire inférieure, nous avons calculé la moyenne et l'écart-type pour la relation: (mesure 27) / (mesure 27 + mesure 28), après en avoir transformé les valeurs individuelles selon  $x' = \arcsin \sqrt{x}$  pour normaliser les distributions. Nous avons ensuite calculé la moyenne ainsi que l'intervalle de confiance de la moyenne ( $\bar{x}$ ) et de la variable aléatoire ( $x$ ) d'après les données transformées ( $x = \sin^2 x'$ ) de cette même relation chez des groupes différents).

Chez les espèces offrant un plus grand nombre d'exemplaires (*R. tucanus*, *R. vitellinus*, *P. aracari* et *P. inscriptus*), nous avons recherché au moyen du test t, s'il y avait des différences significatives entre les mâles et les femelles. Nous avons aussi utilisé le test F pour vérifier si les variances étaient homogènes; dans le cas contraire, le test a été corrigé de façon adéquate.

La suture fronto-nasale a été représentée schématiquement en vue dorsale pour tous les exemplaires (Figs. 9 à 15).

Tableau 2: Résultats des mesures 20 à 33 définies sur les figures 5 à 8, plus les valeurs de la relation (mesure 27/mesure 27 + mesure 28) («34»), les moyennes transformées ainsi que les intervalles de confiance à 95 % de cette relation («35»).

MES	<i>R. tucanus</i>			<i>R. toco</i>			<i>R. vitellinus</i>			<i>S. maculirostris</i>			<i>P. aracari</i>			<i>P. bitorquatus</i>			<i>P. inscriptus</i>			
	F	M	I	F	M	I	F	M	I	F	M	I	F	M	I	F	M	I	F	M	I	
20	$\bar{x}$	14,63	14,64	13,27	13,96	17,82	10,42	10,15	10,24	11,66	5,48	5,60	-	10,30	11,25	10,65	7,71	9,34	-	6,89	7,38	-
	$\sigma$	1,70	2,56	0,91	-	2,03	-	1,46	1,80	-	0,27	-	-	0,93	1,28	-	-	0,06	-	0,37	0,35	-
	N	9	15	5	1	2	1	6	6	1	1	5	-	10	8	1	1	2	-	3	8	-
21	$\bar{x}$	3,49	3,24	3,16	3,33	3,77	2,81	2,61	2,48	3,09	1,30	1,36	-	2,09	2,14	2,08	1,52	1,84	-	1,40	1,40	-
	$\sigma$	0,20	0,31	0,28	1,01	0,28	-	0,26	0,23	-	0,11	-	-	0,15	0,16	-	-	0,06	-	0,09	0,05	-
	N	11	19	6	2	3	1	5	6	1	1	6	-	10	8	1	1	2	-	3	10	-
22	$\bar{x}$	2,56	2,44	2,39	2,81	2,80	2,21	1,94	1,89	2,30	1,01	1,09	-	1,53	1,58	1,64	1,30	1,43	-	1,28	1,29	-
	$\sigma$	0,15	0,26	0,13	0,04	0,07	-	0,24	0,26	-	0,09	-	-	0,15	0,20	-	-	0,08	-	0,06	0,05	-
	N	11	19	6	2	3	1	6	6	1	1	6	-	10	8	1	1	2	-	3	10	-
23	$\bar{x}$	15,81	15,72	14,58	15,10	17,51	12,07	11,45	11,67	12,96	6,79	7,57	-	11,73	12,66	12,00	9,15	10,66	-	8,29	8,86	-
	$\sigma$	1,65	2,13	0,95	-	0,95	-	1,51	1,74	-	0,29	-	-	1,04	1,18	-	-	0,24	-	0,46	0,34	-
	N	9	15	5	1	2	1	6	6	1	1	5	-	10	8	1	1	2	-	3	7	-
24	$\bar{x}$	15,42	15,24	14,18	14,81	16,90	11,77	11,13	11,36	12,61	6,58	7,28	-	11,45	12,37	11,78	8,90	10,37	-	7,99	8,59	-
	$\sigma$	1,64	1,93	0,91	-	0,95	-	1,42	1,70	-	0,31	-	-	1,06	1,19	-	-	0,29	-	0,45	0,34	-
	N	9	15	5	1	2	1	6	6	1	1	5	-	10	8	1	1	2	-	3	7	-
25	$\bar{x}$	13,49	13,22	12,02	12,43	14,72	9,26	8,86	9,58	10,83	4,72	5,70	-	9,70	10,59	10,03	7,32	8,69	-	6,67	7,14	-
	$\sigma$	1,56	1,98	0,83	-	0,82	-	0,88	1,78	-	0,30	-	-	1,03	1,19	-	-	0,44	-	0,44	0,33	-
	N	9	15	5	1	2	1	5	6	1	1	5	-	9	8	1	1	1	-	3	7	-
26	$\bar{x}$	13,15	12,80	11,89	12,24	14,29	9,00	8,52	9,25	10,44	4,72	5,68	-	10,02	10,89	10,10	7,39	8,86	-	6,82	7,26	-
	$\sigma$	1,48	1,98	0,79	-	0,89	-	0,85	1,68	-	0,31	-	-	1,03	1,17	-	-	0,07	-	0,50	0,34	-
	N	9	15	5	1	2	1	5	6	1	1	5	-	9	8	1	1	2	-	3	7	-
27	$\bar{x}$	10,72	10,18	9,32	10,4	12,20	6,61	6,76	6,85	8,42	2,76	3,44	-	7,74	8,46	7,70	5,43	6,89	-	4,95	5,40	-
	$\sigma$	1,38	2,00	0,82	-	0,81	-	1,37	1,78	-	0,12	-	-	1,00	1,10	-	-	0,14	-	0,37	0,42	-
	N	9	15	5	1	2	1	6	6	1	1	5	-	10	8	1	1	2	-	3	7	-
28	$\bar{x}$	4,96	5,25	5,01	4,89	4,95	5,22	4,54	4,72	4,58	3,83	3,88	-	3,96	4,07	4,18	3,68	3,57	-	3,14	3,39	-
	$\sigma$	0,31	0,29	0,32	0,04	0,21	-	0,14	0,22	-	0,15	-	-	0,21	0,16	-	-	0,16	-	0,12	0,18	-
	N	11	19	7	2	3	1	6	6	1	1	6	-	10	9	1	1	2	-	3	10	-
29	$\bar{x}$	1,35	1,31	1,29	1,44	1,42	1,41	1,14	1,15	1,16	0,90	0,95	-	1,10	1,08	1,13	0,92	0,90	-	0,81	0,83	-
	$\sigma$	0,08	0,06	0,06	0,04	0,06	-	0,05	0,05	-	0,06	-	-	0,08	0,07	-	-	0,06	-	0,02	0,04	-
	N	11	18	7	2	3	1	6	6	1	1	6	-	10	9	1	1	2	-	3	10	-
30	$\bar{x}$	0,80	0,79	0,79	0,86	0,84	0,93	0,70	0,72	0,66	0,48	0,57	-	0,63	0,63	0,61	0,50	0,53	-	0,48	0,48	-
	$\sigma$	0,07	0,07	0,07	0,04	0,04	-	0,06	0,05	-	0,03	-	-	0,05	0,05	-	-	0,04	-	0,05	0,03	-
	N	11	18	7	2	3	1	6	6	1	1	6	-	10	9	1	1	2	-	3	10	-
31	$\bar{x}$	1,31	1,27	1,27	1,39	1,32	1,35	1,11	1,13	1,00	0,82	0,88	-	1,03	1,03	1,02	0,84	0,84	-	0,78	0,77	-
	$\sigma$	0,09	0,06	0,09	0,01	0,10	-	0,05	0,05	-	0,04	-	-	0,05	0,08	-	-	0,11	-	0,01	0,05	-
	N	11	18	7	2	3	1	6	6	1	1	6	-	10	9	1	1	2	-	3	10	-
32	$\bar{x}$	0,75	0,71	0,73	0,78	0,77	0,79	0,64	0,66	0,60	0,45	0,52	-	0,62	0,58	0,58	0,42	0,53	-	0,45	0,48	-
	$\sigma$	0,08	0,05	0,05	0,03	0,04	-	0,07	0,10	-	0,04	-	-	0,07	0,04	-	-	0,03	-	0,04	0,05	-
	N	11	18	7	2	3	1	6	6	1	1	6	-	10	9	1	1	2	-	3	10	-
33	$\bar{x}$	0,67	0,67	0,66	0,63	0,72	0,67	0,52	0,50	0,54	0,50	0,45	-	0,50	0,53	0,37	0,45	0,44	-	0,39	0,42	-
	$\sigma$	0,05	0,07	0,03	0,01	0,01	-	0,03	0,04	-	0,03	-	-	0,05	0,07	-	-	0,02	-	0,05	0,02	-
	N	11	19	7	2	3	1	6	6	1	1	6	-	10	9	1	1	2	-	3	10	-
34	$\bar{x}$	0,56	0,54	0,53	0,55	0,58	0,48	0,50	0,50	0,54	0,40	0,43	-	0,54	0,55	0,54	0,51	0,54	-	0,51	0,51	-
	$\sigma$	0,02	0,03	0,02	-	0,01	-	0,03	0,04	-	0,01	-	-	0,02	0,02	-	-	0,00	-	0,00	0,01	-
	N	9	15	5	1	2	1	6	6	1	1	5	-	10	8	1	1	2	-	3	7	-
35	$\bar{x}$	0,68	0,65	0,63	0,67	0,72	0,55	0,59	0,59	0,65	0,41	0,47	-	0,66	0,67	0,65	0,60	0,66	-	0,61	0,61	-
	IS (I)	0,66-0,70	0,62-0,68	0,59-0,68	-	0,62-0,80	-	0,54-0,63	0,52-0,65	-	0,46-0,48	-	-	0,64-0,68	0,65-0,70	-	-	0,61-0,70	-	0,57-0,63	0,59-0,63	-
	IS (I)	0,62-0,74	0,53-0,76	0,53-0,74	-	0,58-0,84	-	0,47-0,71	0,42-0,74	-	0,45-0,49	-	-	0,59-0,73	0,60-0,74	-	-	0,59-0,72	-	0,53-0,68	0,57-0,66	-

### Résultats et discussion

Les tableaux 1 et 2 présentent les résultats des mesures concernant les 33 dimensions différentes définies dans les figures 1 à 8 chez *R. tucanus*, *R. toco*, *R. vitellinus*, *S. maculirostris*, *P. aracari*, *P. bitorquatus* et *P. inscriptus*, pour les femelles (F), les mâles (M) et les individus à sexe non déterminé (I). Ces résultats comprennent, pour chaque espèce (F, M ou I) ayant plusieurs exemplaires, la moyenne, l'écart-type et le numéro de l'échantillon.

Le tableau 2 présente aussi les valeurs de la relation (mesure 27) / (mesure 27 + mesure 28) (Tab. 2—«34») ainsi que les moyennes transformées et les intervalles de confiance à 95 % de cette relation (Tab. 2—«35»).

Les résultats de mesures qui mettent en évidence une différence significative entre les sexes, avec un risque de 5 %, sont rapportés dans le tableau 3. On constate que parmi les six moyennes obtenues chez *Ramphastos tucanus*, deux seulement (Tab. 3 — mesure 15 et mesure 28) présentent une différence significative avec un risque de 1 %. Par ailleurs nous avons observé que pour certaines dimensions, la moyenne était plus grande chez les femelles tandis que pour d'autres, d'elle était plus grande chez les mâles (Tab. 3).

En ce qui concerne la longueur de la mâchoire supérieure (Tab. 2—20), nous pouvons voir que chez les mâles, elle atteint de plus grandes dimensions. Ceci a été observé chez les Ramphastidae en général (Haffer 1974; Sick 1985).

Dans l'ensemble des mesures, on remarque que certaines dimensions de la boîte crânienne, comme la longueur (mesure 1) et la largeur postérieure (mesure 5), varient peu d'une espèce à l'autre, alors que la longueur du bec mesurée chez ces mêmes espèces montre des différences importantes. Dans l'échantillonnage total, l'analyse de ces trois données crâniométriques a montré qu'elles possédaient respectivement des coefficients de variation de 8,7 %, 13,26 % et T 30,30 %.

*S. maculirostris* est la seule espèce où la distance symphyse-extrémité du bec (mesure 27 = pars symphysialis) est plus petite que la distance symphyse-apophyse

Tableau 3: Mesures qui mettent en évidence une différence significative entre les sexes, avec un risque de 5 %.

MESURE	ESPÈCE	t	d.l	P.	CONCLUSION
CRÂNE (4)	<i>R. tucanus</i>	2,12	28	0,0213	F > M
CRÂNE (15)	<i>R. tucanus</i>	3,30	27	0,0014	M > F
MÂCHOIRE SUP. ( 21 )	<i>R. tucanus</i>	2,37	28	0,0125	F > M
MÂCHOIRE INF. ( 24 )	<i>P. inscriptus</i>	2,35	8	0,0234	M > F
MÂCHOIRE INF. ( 28 )	<i>R. tucanus</i>	2,67	28	0,0062	M > F
MÂCHOIRE INF. ( 28 )	<i>P. inscriptus</i>	2,26	11	0,0225	M > F

ventrale de l'angulaire (mesure 28). Les données du tableau 2 («35») corroborent cette observation: la moyenne ( $\bar{x}$ ) de la relation (mesure 27 / mesure 27 + mesure 28) n'est inférieure à 50 % que chez *S. maculirostris*.

Ce type de bec à symphyse courte par rapport à la morphologie généralement rencontrée dans le groupe se trouve aussi chez les Galbulidae, où *Jacamerops aurea* (Donatelli 1987) présente une pars symphisialis d'environ la moitié de la longueur totale de la mandibule alors qu'elle atteint les deux tiers chez les espèces du genre *Galbula* et *Brachigalba lugubris*. Toutefois, chez les Galbulidae, la symphyse même courte, prend une part beaucoup plus importante de la longueur totale de la mandibule que chez *S. maculirostris*.

A propos de la suture fronto-nasale, nous pouvons faire les considérations suivantes. Chez *R. tucanus* (Fig. 9), nous avons relevé une variation intra-spécifique: chez six exemplaires (F 2028, F 2026, F 1364, M 945, M 1317 et M 970), la mâchoire supérieure est encastrée dans l'os frontal, atteignant les bords dorso-latéraux des orbites. Cette caractéristique a déjà été décrite pour le crâne de cette espèce (Höfling & Gasc

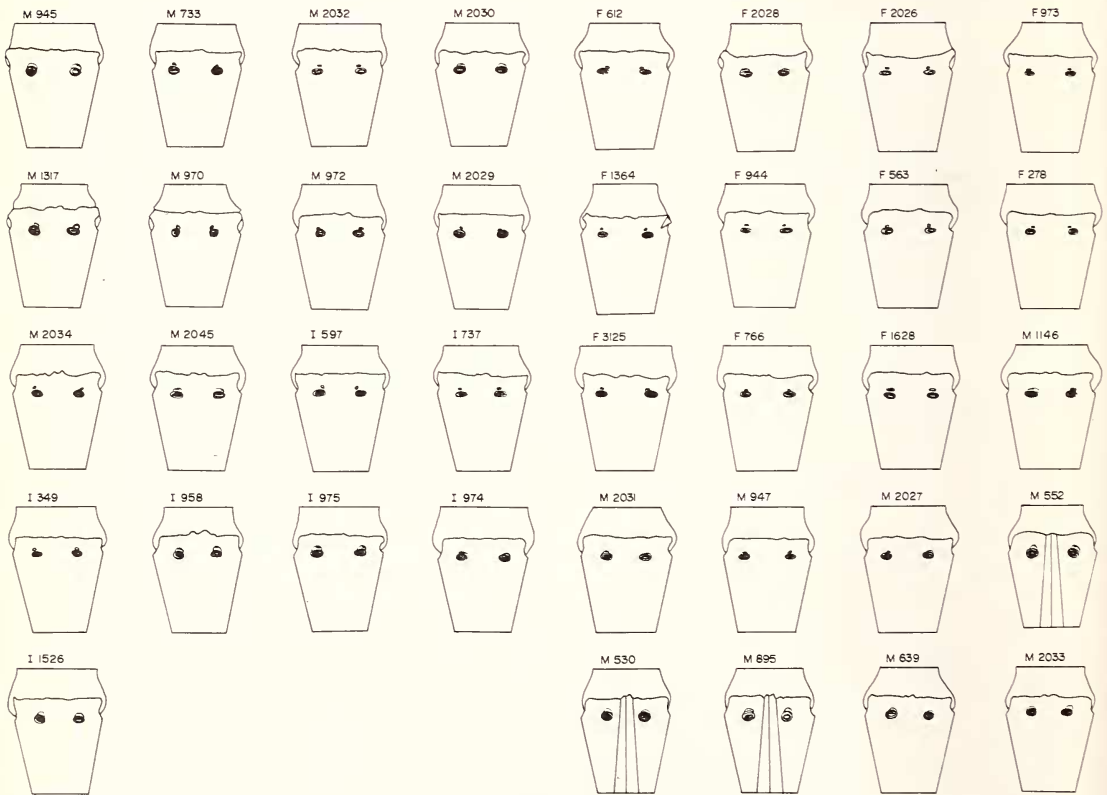
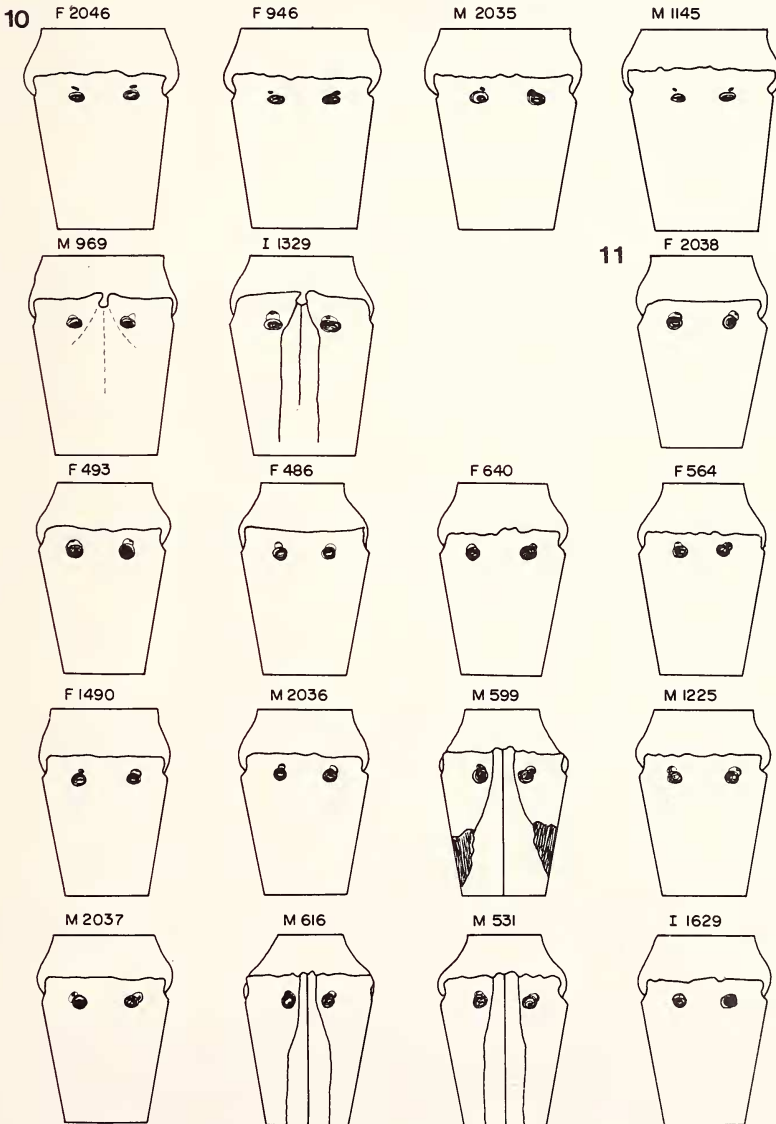
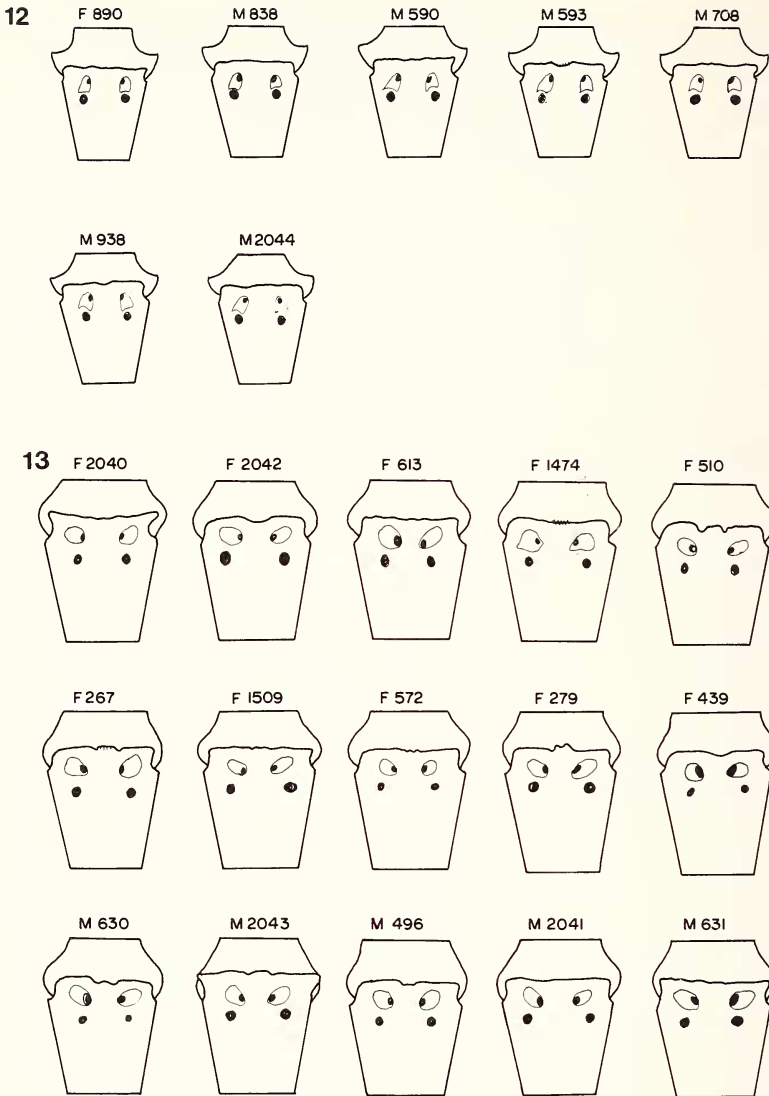


Fig. 9: Représentation schématique dorsale du crâne, au niveau de la suture fronto-nasale, chez *R. tucanus*.

1984a), mais sur 37 spécimens mesurés nous pouvons constater qu'environ 16 % seulement des individus montrent l'encastrement de la mâchoire supérieure dans les os frontaux. En outre, chez trois exemplaires de *R. tucanus* (M 552, M 530 et M 895), les os nasaux, bien individualisés, ne sont pas fusionnés à d'autres os de la mâchoire supérieure.



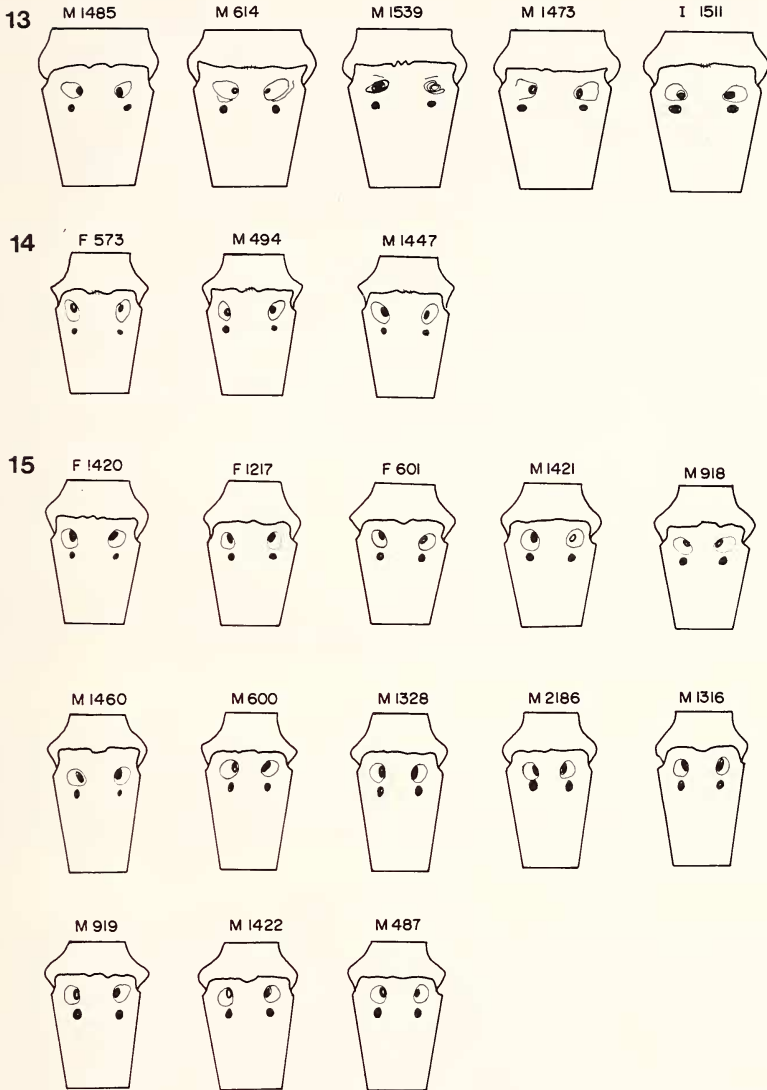
Figs. 10—11: Représentation schématique dorsale du crâne au niveau de la suture fronto-nasale, chez *R. toco* (10) et *R. vitellinus* (11).



Figs. 12—15: Représentation schématique dorsale du crâne, au niveau de la suture fronto-nasale, chez *S. maculirostris* (12), *P. aracari* (13), *P. bitorquatus* (14) et *P. inscriptus* (15).

Sur deux crânes de *R. toco* (Fig. 10, M 969 et I 1329), parmi les six crânes examinés, la suture fronto-nasale présente une échancrure sur la ligne moyenne, du fait que les os nasaux sont partiellement ou totalement individualisés. Deux exemplaires de *R. vitellinus* ont la mâchoire supérieure encastree dans les os frontaux (Fig. 11, M 599 et M 616) et un autre exemplaire (Fig. 11, M 531) montre des os nasaux individualisés. Sur l'exemplaire M 599, en retirant la ramphothèque, on peut voir que les surfaces





latérales de la mâchoire supérieure ne sont pas ossifiées. L'oblitération des sutures dans le crâne des oiseaux a été considérée comme un fait important du développement post-embryonnaire limité aux stades initiaux (Ruprecht 1984). En effet, chez tous nos exemplaires, les os de la boîte crânienne étaient soudés, alors que chez certains le maintien des sutures de la mâchoire supérieure laisse penser que leur oblitération aurait eu lieu beaucoup plus tard, si le développement post-embryonnaire avait pu se poursuivre.

Les sept exemplaires de *S. maculirostris* offrent des variations en ce qui concerne la suture fronto-nasale et ne montrent aucun encastrement de la mâchoire supérieure (Fig. 12): les apophyses lacrymales sont bien développées. Chez *P. aracari*, nous n'avons relevé qu'un individu (Fig. 13, M 2043) dont la mâchoire supérieure était encastree dans les os frontaux et atteignait les bords dorso-latéraux des orbites. Chez *P. bitorquatus* (Fig. 14) et *P. inscriptus* (Fig. 15), les exemplaires étudiés ne montrent pas non plus d'encastrement de la mâchoire supérieure.

### Conclusions

- 1 - La comparaison des espèces étudiées ici montre qu'au contraire des dimensions du bec, les dimensions de la boîte crânienne, n'offrent pas de différences significatives.
- 2 - Les différences significatives entre mâles et femelles ont été vérifiées pour quatre dimensions crâniennes chez *Ramphastos tucanus* et pour deux seulement chez *Pteroglossus inscriptus*.
- 3 - Le tracé de la suture fronto-nasale montre une variation morphologique qui est intra-spécifique.
- 4 - L'analyse des données crâniométriques a montré que la longueur et la largeur postérieure du crâne, dans l'échantillonnage total, possèdent des coefficients de variation respectivement de 8,7 % et 13,26 % alors que pour la longueur de la mâchoire supérieure, ce paramètre atteint 30,30 %.

### Remerciements

Je remercie vivement la Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, Brésil, pour son apport financier (PROC 83/1069-7) ainsi que le Museu Paraense Emilio Goeldi et le Docteur Fernando Costa Novaes pour le prêt du matériel ostéologique. Je remercie également le Professeur Paulo Alberto Otto, pour l'analyse statistique des résultats et Pedro Luiz da Rocha pour les dessins.

### Zusammenfassung

In einem Muster von 99 Schädeln aus der osteologischen Sammlung des „Museu Paraense Emilio Goeldi“ (Belem, Para, Brasilien) haben wir die allgemeine Morphologie, die Stirn-Nasennaht-Verbindung und auch 33 Schädel- und Kiefermessungen bei verschiedenen Vögeln der Familie Ramphastidae untersucht, die zu den folgenden Arten gehören: *Selenidera maculirostris*, *Pteroglossus inscriptus*, *P. bitorquatus*, *P. aracari*, *Ramphastos tucanus*, *R. toco*, *R. vitellinus*. Wir haben beobachtet, daß die morphologischen Variationen der Schädelstrukturen weniger ausgeprägt sind als die des Schnabels, und auch, daß die morphologische Variation der Stirn-Nasennaht-Verbindung intraspezifisch ist. Die statistische Analyse der kraniometrischen Daten in dem gemeinsamen Muster zeigte, daß die Länge und die hintere Breite des Schädels Variationskoeffizienten von nur 8,71 % bzw. 13,26 % aufweisen; im Gegensatz dazu wurde der Variationskoeffizient der Oberkieferlänge auf 30,30 % geschätzt.

### Références bibliographiques

- Burton, P. J. K. (1984): Anatomy and evolution of the feeding apparatus in the Avian Orders Coraciiformes and Piciformes. — Bull. Brit. Mus. nat. Hist. (Zool.), London 47 (6): 331–443.
- Donatelli, R. J. (1987): Osteologia e miologia cranianas de Galbulidae (Aves, Piciformes), com um enfoque filogenético. — Dissertação, São Paulo, Instituto de Biociências, USP 72 p.

- Haffer, H. (1974): Avian speciation in tropical South America. — Cambridge Mass., Nuttall. Ornithol. club 390 p (Publ. n° 14).
- Höfling, E. & J. P. Gasc (1984a): Biomécanique du crâne et du bec chez *Ramphastos* (Ramphastidae, Aves). I Description des éléments anatomiques. — Gegenbaurs morph. Jahrb., Leipzig, 130 (1): 125—147.
- Höfling, E. & J. P. Gasc (1984b): Biomécanique du crâne et du bec chez *Ramphastos* (Ramphastidae, Aves). II Analyse des conditions du mouvement du bec. — Gegenbaurs morph. Jahrb., Leipzig, 130 (2): 235—262.
- Huxley, J. (1942): Evolution: The Modern Synthesis. — London.
- Lüdicke, M. (1960): Über den Schnabel der Ramphastidae. — Z. Morph. Okol. Tiere, Jena, 48: 650—670.
- Novaes, F. C. (1949): Variação nos tucanos brasileiros do gênero *Ramphastos* L. (Ramphastidae, Piciformes). — Revta. bras. Biol., Rio de Janeiro, 9 (3): 285—296.
- Ridgway, R. (1914): The birds of North and Middle America. Part IV. — Government. Washington: Printing office.
- Ruprecht, A. L. (1984): Correlations of skull measurements in the postembryonic development of the house sparrow *Passer domesticus*. — Acta ornithologica, Warszawa, 20 (2): 147—158.
- Sick, H. (1985): Ornitologia brasileira, uma introdução. — Brasília, Ed. Universidade de Brasília, V. 1.
- Van Tyne, J. (1955): Evolution in the toucan genus *Ramphastos*. — Proc. 11th. Intern. Ornith. Congr., Basel: 362—368.

Dra Elizabeth Höfling, Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, CP. 20520 CEP. 01498, São Paulo, Brasil.